

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЛЮПИНУ КОРМОВОГО В УМОВАХ ЗОНИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

**В. М. Біденко**, к. с.-г. н., доцент,

**В. П. Славов**, д. с.-г. н., професор,

**М. І. Дідух**, к. с.-г. н., доцент,

**Л. А. Кальчук**, к. с.-г. н., доцент,

**В. З. Трохименко**, к. с.-г. н., ст. викл.

*Житомирський національний агроекологічний університет*

Експериментально встановлено, що ґрунти господарства є бідними за рухомими формами мікроелементів кобальту, міді та цинку. Застосування комплексонатів мікроелементів міді, марганцю, цинку та кобальту сприяло підвищенню врожайності зеленої маси люпину на 58 ц/га, або на 14%. Обробіток культури шляхом поверхневого обприскування солями і комплексонатами мікроелементів сприяв зниженню питомої активності зеленої маси за  $^{137}\text{Cs}$  в 1,2 і 1,3 рази, а за  $^{90}\text{Sr}$  в 1,2 і 1,7 рази, відповідно. У зеленій масі люпину спостерігалось накопичення сирого та перетравного протеїну та мікроелементів кобальту, марганцю і заліза.

**Ключові слова:** люпин, рослини, мікроелементи, комплексонати, радіонукліди.

**Постановка проблеми.** Мікроелементи, активізуючи обмінні процеси у рослинах, здатні позитивно впливати на накопичення у них метаболітів, їх ріст, відповідно врожайність. Підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами сприяє нагромадженню останніх у рослинах, накопиченню деяких макроелементів – синергістів мікроелементів [2]. За даними І. М. Гудкова (2003) [1] мікроелементи можуть проявляти радіоблокуючу дію щодо радіонуклідів, зокрема до  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ . По відношенню до радіоцезію радіоблокаторами можуть виступати – мідь, літій, алюміній, фтор, молібден, селен, до радіостронцію – фтор, залізо, літій, цинк. Відповідно, збільшення кількості мікроелементів у ґрунті або поверхневе обприскування ними культур сприятиме зменшенню накопичення радіонуклідів у рослинах. Проте відомо, що на засвоєння мікроелементів рослинами впливає їх біологічна доступність, тобто форма у якій вони перебувають. Слабодоступними формами мікроелементів для рослин є їх солі [4]. Краще засвоюються мікроелементи із хелатних сполук, включених в органічні та інші речовини [6]. Одним з поширених комплексонів, який використовують у різних галузях промисловості, в тому числі для виготовлення агрохімікатів є етилендіамінтетраоцетова кислота (eddt). У її склад включають і мікроелементи. Проте доведено, що ці комплексони і комплекси здатні тривалий час зберігатися у навколишньому середовищі. Використання їх у якості агрохімікатів може негативно впливати на зміцнення екологічної рівноваги. Етилендіаміндіантарна кислота (edds) є структурним аналогом (eddt), проте має кращі властивості щодо розкладання під впливом природніх факторів. Тому, інститутом загальної та нерорганічної хімії ім. Вернадського були синтезовані нові екологічно чисті комплексонати мікроелементів, які можна використовувати при вирощуванні рослин та годівлі сільськогосподарських тварин. Застосування їх у галузі рослинництва дозволить збільшити накопичення мікроелементів у рослинах, а значить сприятиме більш суттєвому зниженню питомої їх радіоактивності. Таким чином, виходячи із вищевикладеного, метою нашої роботи було вивчити вплив солей і комплексонатів мікроелементів на врожайність зеленої маси люпину, її кормову цінність та накопичення цезію-137 і стронцію-90 у

вегетативній масі рослини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значна частина досліджень проведена в умовах чистої зони по вивченню впливу комплексонатів мікроелементів на врожайність культур (Трунова О. К., 2001 – 2006 рр.). Досліджено вплив комплексонатів - edds + Cu, Co і edds + Mn, Zn на врожай ріпаку, люпину (Гудков І.М., 2004). Проте відсутні дослідження по вивченню впливу комплексонату edds + Cu, Co, Mn, Zn на врожай зеленої маси культур, недостатньо даних порівняння їх ефективності з солями мікроелементів.

**Матеріали та методика дослідження.** Для проведення експерименту були відібрані поля с. Селець Народицького району Житомирської області. Ґрунти господарства переважно дерново-підзолисті, піщані та супіщані. Основний обробіток ґрунту – зяблеву оранку проводили восени. Весною проводили боронування і посів люпину. Дослід був закладений у 4-х кратній повторюваності. Загальна площа складала – 120 м<sup>2</sup>, облікова 10 м<sup>2</sup>. Підживлення люпину жовтого солями і комплексонатами мікроелементів проводили шляхом позакореневого обприскування за допомогою ранцевого обприскувача. Дослід проводився за схемою.

### Схема досліду

Контроль (без добрив) (чотири ділянки) – обприскування проводили водою.

Солі мікроелементів (чотири ділянки) – 300 г – Mn, 250 г – Zn, 300 г – Co, 300 г – Cu.

Комплексонати мікроелементів (чотири ділянки) – 300 г – Mn, 250 г – Zn, 300 г – Co, 300 г Cu.

Збирання врожаю культури проводили у фазі формування бутонів. При цьому визначали врожайність культури, відбирали зразки рослин для проведення аналізу з метою визначення поживності зеленої маси культури та вмісту ізотопів,  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ . Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у рослинах визначали на приладі СЕГ-0,5,  $^{90}\text{Sr}$  – радіохімічним методом. Вміст мікроелементів у ґрунті визначали методом абсорбційної спектрометрії.

**Результати досліджень.** Дослідження ґрунтових зразків на вміст рухомих форм мікроелементів показало, що він є низьким, таблиця 1.

Вміст мікроелементів у зразках ґрунту, мг/кг

№ п/п	Мікроелементи							
	B	Co	Mo	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd
1.	0,40	3,80	0,42	4,00	175,0	20,6	6,4	0,39
2.	0,45	3,20	0,29	3,31	175,0	20,6	6,9	0,44
3.	0,39	3,59	0,54	3,70	960,0	21,2	9,6	0,38
4.	0,80	2,76	0,49	3,20	-	21,6	6,5	0,41
5.	0,71	2,04	0,46	3,37	900,0	21,3	7,0	0,44
6.	0,80	3,53	0,51	3,25	960,0	21,6	6,1	0,46
<b>M</b>	<b>0,59</b>	<b>3,15</b>	<b>0,45</b>	<b>3,47</b>	<b>634,0</b>	<b>21,2</b>	<b>7,08</b>	<b>0,42</b>
<b>m</b>	<b>0,08</b>	<b>0,27</b>	<b>0,04</b>	<b>0,13</b>	<b>171,35</b>	<b>0,19</b>	<b>0,52</b>	<b>0,01</b>
<b>Δ</b>	<b>0,199</b>	<b>0,655</b>	<b>0,089</b>	<b>0,313</b>	<b>419,72</b>	<b>0,455</b>	<b>1,277</b>	<b>0,032</b>

За даними П.А. Власюка (1966) [7] оптимальні концентрації рухомих форм мікроелементів у ґрунті повинні становити, мг/кг сухого ґрунту: міді – 15-60, цинку – 30-70, йоду – 6,3-20,5, кобальту – 7-30, мангану – 110-300.

За даними наших досліджень встановлено, що вміст мікроелементів міді, кобальту, цинку не відповідає оптимальним показникам. Виявлено значний вміст марганцю – 634 мг/кг ґрунту при оптимальному рівні – 110-300. У ґрунті визначено вміст важких металів – кадмію та свинцю, вміст свинцю перевищує кількість кадмію у 16,8 разів.

Дані врожайності зеленої маси люпину кормового представлені у таблиці 2.

З даних таблиці видно, що солі і комплексонати мікроелементів сприяли збільшенню врожайності зеленої маси люпину кормового. Так, урожайність зеленої маси у контролі становила - 429,3 ц/га, у варіанті застосування солей мікроелементів – 440 ц/га, до контролю більше на 10,7 ц/га, або на 2%, а на ділянках, на яких застосовували комплексонати мікроелементів – 487,3 ц/га, що більше ніж у контролі на 58 ц, або на 14%. Хоча отримані дані носили не вірогідний характер, але свідчили про позитивний вплив вищевказаних сполук на врожайність вегетативної маси культури.

Таблиця 2

Врожайність зеленої маси люпину кормового, ц/га

Варіант досліджу	Строк збирання	Врожай культури	Приріст врожаю, ц/га	% до контролю
Контроль (без добрив)	Фаза бутонізації	429,3±13,8	-	100
Солі мікроелементів	Фаза бутонізації	440,0±60,2	10,7	102
Комплексонати мікроелементів	Фаза бутонізації	487,3±24,8	58,0	114

Мікроелементи можуть виступати у ролі радіоблокаторів радіоактивних,  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , відповідно сприяти знижен-

ню накопичення їх у рослинах. Дані питомої активності зеленої маси люпину представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у зеленій масі люпину кормового, Бк/кг

Варіант досліджу	$^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Кп, %	% до контролю	Кратність, разів
Контроль	316,3±27,7	0,27	100,0	-
Солі мікроелементів	280,4±29,2	0,22	88,6	1,2
Комплексонати мікроелементів	241,1±18,4	0,20	76,2	1,3

Люпин - бобова культура, здатна накопичувати значну кількість радіонуклідів, в тому числі і  $^{137}\text{Cs}$ . Дані таблиці свідчать, що питома активність зеленої маси люпину була високою і у контролі становила – 316,3 Бк/кг. Відомо, що у зеленій траві вміст даного ізотопу допускається не вище 200 Бк/кг. Перевищення цього значення сприятиме зростанню переходу цезію-137 у молоко і м'ясо тварин, вище ДР-2006 (понад 100 Бк/л і 200 Бк/кг). Тому отримані дані питомої активності зеленої маси люпину дають змогу зробити висновок, що цю зелену масу не можна використовувати у значних кількостях у годівлі корів та ВРХ на відгодівлі, або використовувати в певних обмежених кількостях.

Використання солей мікроелементів шляхом поверхневої обробки сприяло зниженню питомої активності зеленої маси люпину на 36 Бк, або на 11,4%, тобто в 1,2 рази. Більш суттєво на зниження питомої активності зеленої маси люпину вплинули комплексонати мікроелементів, при цьому питома активність зеленої маси становила – 241,1 Бк/кг, у порівнянні до контролю менше на 75,2 Бк або на 23,8%, відповідно менше у 1,3 рази.

Солі і комплексонати мікроелементів сприяли зниженню питомої активності зеленої маси люпину і по  $^{90}\text{Sr}$ . Дані питомої активності зеленої маси люпину представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

Вміст  $^{90}\text{Sr}$  у зеленій масі люпину кормового, Бк/кг

Варіант досліджу	$^{90}\text{Sr}$ , Бк/кг	Кп, %	% до контролю	Кратність, разів
Контроль	99,7 ±10,1	5,45	100,0	-
Солі мікроелементів	86,9±16,2	4,74	87,1	1,2
Комплексонати мікроелементів	57,9±10,6	3,16	58,0	1,7

Із даних таблиці видно, що радіоактивність зеленої маси люпину за даним ізотопом була меншою ніж за  $^{137}\text{Cs}$ . Максимальний вміст радіонукліду був встановлений у веге-

тативній масі люпину на контрольних ділянках, рослини яких не оброблялися мікроелементами – 99,7 Бк/кг. Зниження питомої активності зеленої маси культури в 1,2 рази було

встановлено у варіантах застосування солей мікроелементів – 86,9 Бк/кг. Більш істотне зниження питомої активності зеленої маси люпину було встановлено при використанні комплексонованих мікроелементів – 57,9 Бк/кг проти 99,7 Бк/кг у контролі. Зниження активності зеленої маси культури складало - 1,7 рази.

Підживлення люпину кормового сприяло незначному покращенню поживності культури. У зеленій масі спостерігалася збільшення кількості сирого та перетравного протеїну, БЕР - у варіантах застосування комплексонованих мікроелементів. Дані поживності люпину кормового представлені у таблиці 5.

Таблиця 5

Вміст органічних речовин у зеленій масі люпину, г в 1 кг

Варіант досліджу	Суша речовина	Сирий протеїн	Перетравн. протеїн	Сира клітковина	Перетравн. клітковина	Сирий жир	Сирий БЕР
Контроль	156,0±0,02	32,0±1,2	23,7±0,9	30,4±1,6	16,8±2,9	-	75,9±2,3
Солі мікроелементів	157,0±0,01	32,4±2,1	24,0±1,6	32,1±1,58	15,4±0,77	-	74,0±0,3
Комплексоновані мікроелементи	156,0±0,03	32,7±0,4	24,2±0,3	29,4±1,2	14,1±0,6	-	77,7±1,1

Мікроелементи проявляючи синергізм до макроелементів можуть сприяти їх нагромадженню у вегетативній масі рослин і навпаки проявляючи антагонізм – зменшувати

їх накопичення. Підживлення рослин мікроелементами сприяє їх накопиченню у культурах [3]. Дані мінерального складу зеленої маси люпину представлені у таблиці 6.

Таблиця 6

Вміст мінеральних речовин, важких металів у зеленій масі люпину, мг в 1 кг

Варіант досліджу	Макроелементи				Мікроелементи, важкі метали							
	Ca	P	K	Mg	Cu	Zn	Mn	Co	Fe	Cd	Pb	
Контроль	1,55	0,60	2,40	0,46	1,40	17,8	31,7	-	38,7	0,19	0,35	
Солі мікроелементів	1,50	0,57	2,56	0,45	1,40	18,6	32,0	-	48,6	0,13	0,39	
Комплексоновані мікроелементи	1,48	0,60	2,40	0,43	1,49	18,7	32,9	-	43,8	0,16	0,32	

Дані таблиці свідчать, що у вегетативній масі люпину збільшення накопичення макроелементів кальцію, фосфору, калію та магнію не виявлено. Спостерігалася тенденція збільшення накопичення цинку, у контролі вміст його становив – 17,8 мг/кг, у варіантах застосування солей і комплексонованих мікроелементів – 18,6 і 18,7 мг/кг відповідно, марганцю вміст у контролі становив – 31,2 мг/кг, на дослідних ділянках відповідно – 32,0 і 32,9 мг/кг. Також спостерігалася тенденція збільшення і кількості у рослинах на дослідних ділянках мікроелементу заліза, вміст якого у контролі становив – 38,7 мг/кг, у варіантах застосування солей мікроелементів – 48,6 мг/кг, де застосовували комплексоновані вищевказаних мікроелементів – 43,8 мг/кг.

Мікроелементи, як відмічалось вище можуть проявляти антагонізм до накопичення самих мікроелементів, зокрема до токсичних елементів, які здатні акумулюватися в рослинах, організмі тварин та людини, проявляти на їх організми негативний вплив. До них відносять такі токсичні елементи, як кадмій та свинець. Із даних таблиці видно, що у вегетативній масі люпину на дослідних ділянках у порівнянні із контрольною спостерігалася зменшення накопичення кадмію, у контролі вміст становив – 0,19 мг/кг, на

ділянках яких застосовували солі мікроелементів – 0,13 мг/кг, а у варіантах застосування комплексонованих – 0,16 мг/кг. У зменшенні накопичення свинцю спостерігалася тенденція лише при застосуванні комплексонованих мікроелементів.

#### Висновки

1. Вміст рухомих форм мікроелементів міді, кобальту, цинку, за виключенням марганцю у ґрунті є низьким і не відповідає оптимальним концентраціям щодо рухомих форм.

2. Застосування комплексонованих мікроелементів при вирощуванні люпину кормового сприяло збільшенню врожайності зеленої маси культури на 58 ц з 1 га, або на 14%, при  $P < 0,05$ .

3. Застосування солей і комплексонованих мікроелементів сприяло зниженню питомої активності вегетативної маси люпину за  $^{137}\text{Cs}$  відповідно в 1,2 і 1,3 рази, за  $^{90}\text{Sr}$  - в 1,2 і 1,7 рази ( $P < 0,05$ ).

4. У зеленій масі люпину жовтого спостерігалася тенденція збільшення вмісту мікроелементів цинку з 17,8 мг до 18,6 і 18,7 мг/кг, марганцю з 31,7 до 32,0 і 32,9 мг/кг і заліза з 38,7 мг до 48,6 і 43,8 мг, при  $P < 0,05$ .

#### Список використаної літератури:

1. Гудков І. М. Сільськогосподарська радіобіологія: Навч. посіб. /І. М. Гудков, М. М. Віннічук. Навч. посіб. – Житомир: ДАУ, 2003. – 472 с.
2. Мінеральне живлення тварин /Кліценко Г.Т., Кулик М. Ф., Косенко М. В., Лісовенка В. Т., – Київ, «Світ», 2001. – 575 с.
3. Міцик В. Ю. Мікроелементи в годівлі сільськогосподарських тварин /В. Ю. Міцик. – К.: 1962. – 161 с.
4. Мікроелементози сільськогосподарських тварин /М. О. Судаков, В. І. Береза, В. Г. Погурський та ін. – К.: Урожай, 1991. – 144 с.
5. Допустимі рівні вмісту цезію-137 і стронцію-90 у продуктах харчування та питній воді. ДР-2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>
6. Новый экологически чистый комплексон как хелатирующий реактив, применение в различных областях промышленности /Е. К. Трунова, Е. А. Мазуренко, А. А. Роговцев, Т. А. Макотрик. – К.: - 2006. – С. 19 – 22.
7. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений /П. А. Власюк. – К.: Наукова думка, 1969. – 516 с.

#### REFERENCES

1. Gudkov, I.M., Vinnichuk, M.M. (2003) Silskohospodarska radiobiologia [Agricultural radiobiology]. Zhitomir: DAU [in Ukraine]
2. Klitsenko, H.T., Kulyk, M.F., Kosenko, M.V., Lisovenka, V.T. (2001) Mineralne zhivlennia tvaryn [Mineral feeding of animals]. Kiev: Svit [in Ukraine]
3. Mitsik, V.Yu. (1962) Mikroelementy v godivli silskohospodarskikh tvaryn [Micro-nutrients in feeding farm animals] Kiev [in Ukraine]
4. Sudakov, M.O., Bereza, V.I., Pogurskiy V.H. (1991) Mikroelementozy silskohospodarskikh tvaryn Kiev: Urozhay [in Ukraine]

5. Dopustimi rivni tseziu- 137 i strontsiu-90 u produktach kharchuvannia ta pytnyi void. DR-2006. [Permissible levels of cesium-137 and strontium-90 in food and drinking water] (2006). Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06> [in Ukraine]

6. Trunova, Ye.K., Mazurenko, Ye..A. Rogovtsev, A.A., Makotrik, T.A. (2006) Novyi tologicheski chisty komplekson kak khelatiruiushchii reaktiv, primenenie v razlichnikh oblastiakh promyshlonnosti [New ecologically pure complex as a chelating agent, application in various fields of industry] Kiev, 19-22 [in Ukraine]

7. Vlasiuk, P.A. (1969) Biologicheskie element v zhiznedeiatelnosti rastenyi [Biological elements in the life of plants]. Kiev: Naukova dumka [in Ukraine].

**Биденко В. Н., Славо В. П., Дедух Н. И., Кальчук Л. А., Трохименко В. З. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЮПИНА КОРМОВОГО В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

*Опытным путем установлено, что почвы хозяйства являются бедными подвижными формами микроэлементов кобальта, меди и цинка. Применение комплексонатов микроэлементов меди, марганца, цинка и кобальта способствовало повышению урожая зеленой массы люпина на 58 ц/га, или на 14%. Обработка культуры методом поверхностного опрыскивания солями и комплексонатами микроэлементов способствовало снижению удельной активности зеленой массы по <sup>137</sup>Cs в 1,2 и 1,3 раза, а по <sup>90</sup>Sr - в 1,2 и 1,7 раза, соответственно. В зеленой массе люпина отмечалось накопление сырого и переваримого протеина и микроэлементов кобальта, марганца, железа.*

**Ключевые слова:** люпин, растения, микроэлементы, комплексонаты, радионуклиды.

**Bidenko V., Slavov V., Didukh M., Kalchuk L., Trohimenko V. EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF DIFFERENT COMPOUNDS OF TRACE ELEMENTS DURING GROWING OF LUPINE FEED IN CONDITIONS OF THE ZONE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION**

*Experimentally it was established that the soil of the farm is poorly motile forms of trace elements of cobalt, copper and zinc. Application of complexonates of copper, manganese, zinc and cobalt contributed to an increase in the yield of green mass of lupine by 58 centners per hectare, or by 14%. Treatment of culture by surface spraying with salts and complexones of microelements contributed to a decrease in the specific activity of green mass by <sup>137</sup>Cs in 1,2 and 1,3 times, and in <sup>90</sup>Sr in 1,2 and 1,7 times, respectively. In the green mass of lupine there was accumulation of crude and digestible protein and trace elements of cobalt, manganese, iron.*

**Key words:** lupine, plants, microelements, complexonates, radionuclides.

Дата надходження до редакції: 13.04.2018 р.

Рецензенти: д. вет. н., професор Ю.Ю. Довгій

д. с.-г. н. І.М. Савчук